

Hedy Lamarr: conta di più un seno nudo o un codice segreto? Hedy Lamarr: what matters most? A naked breast or a secret code?

Carlo Cosmelli
Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma.

Giornale di Fisica, vol. 059, Issue 01, pag. 27-32
Published online 27 April 2018

Riassunto:

L'attrice Hedy Lamarr, al secolo Hedwig Eva Maria Kiesler, chiamata "la più bella donna del cinema", è nota per essere stata la prima donna protagonista in un film ad apparire in un nudo integrale, nel 1933. Ma la stessa Hedwig M. Kiesler, emigrata negli Stati Uniti, brevettò nel 1942 un sistema per inviare segnali elettromagnetici codificati, il cosiddetto FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum, allargamento dello spettro con salti di frequenza) sistema che è stato la base per la codifica odierna dei segnali inviati con il Wi-Fi, o con i cellulari.

Abstract:

Actress Hedy Lamarr, real name Hedwig Eva Maria Kiesler, named "the most beautiful woman in the cinema", is known to be the first female star in a movie to appear in a full nude, in 1933. But Hedy Lamarr, who emigrated to the US, patented in 1942 a system to send encoded electromagnetic signals: the so called frequency-hopping spread spectrum (FHSS), a system that was the basis for encoding signals sent over Wi-Fi, or cell phones.

Testo:

Il nome di Hedy Lamarr probabilmente dice molto poco alla maggior parte delle persone. Ma se a qualcuno ricorda qualcosa, allora è sicuramente per il film *Extase* (*Estasi*), del regista cecoslovacco Gustav Machatý, di cui la prima fu presentata a Vienna nel 1933 ed in cui lei appariva senza veli, il primo nudo integrale di una protagonista nella storia del cinema. Il film fu poi presentato anche al Festival del Cinema di Venezia, nell'agosto del 1934, applauditissimo ma definito "pellicola pornografica" dall'Osservatore Romano [1]. E così Hedwig Eva Maria Kiesler, nata a Vienna nel 1913, che recitava con il nome d'arte di Hedy Kiesler e poi di Hedy Lamarr, divenne famosa per il nudo, ovviamente tagliato in molti paesi, se non vietato direttamente tutto il film, peccaminoso quant'altri mai.



Fig. 1 Hedwig Eva Maria Kiesler (Hedy Lamarr) [Vienna 1914 – Florida 2000]

Eppure tutti noi dovremmo essergli riconoscente, non solo per il coraggio che ebbe in quella famosa scena, ma perché se oggi usiamo senza problemi il cellulare e il Wi-Fi, in parte lo dobbiamo a lei. Già, perché Eva Kiesler, definita *la più bella donna del cinema*, aveva iniziato un Corso di laurea in Ingegneria, cui rinunciò per fare teatro a Berlino. Nel 1937, con il montare del nazismo, emigrò. Prima in Inghilterra, poi negli Stati Uniti, di cui diventò cittadina nel 1953.

Ma non aveva dimenticato il primo amore, la scienza, così nel 1941 accadde che, cantando con il suo abituale amico che la accompagnava al pianoforte, George Antheuil, e ragionando sulla particolare intesa che avevano anche cambiando di tonalità il brano che stavano interpretando, ebbe l'idea della modulazione codificata della portante di un segnale radio. Cosa non banale, ma utilissima nel momento in cui era in corso una guerra contro il nazismo ed in cui la segretezza dei messaggi e la loro codifica potevamo decidere le sorti del mondo.

La sua idea era quella di scomporre il segnale in una serie di canali a frequenza diversa la cui successione era stabilita da chi lo inviava, e la cui conoscenza era necessaria per decodificare il segnale originario. Questa tecnica viene chiamata FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum = allargamento dello spettro con salti di frequenza), ed ha due scopi principali: codificare un segnale rendendone estremamente difficile la decodifica da chi non possieda la chiave, e ripulire il segnale di arrivo dalle interferenze dovute a segnali presenti in bande di frequenza molto vicina a quella di base, oppure che arrivino qualche

istante dopo il segnale originale sovrapponendosi ad esso. Vediamo in breve di cosa si tratta.

Un segnale standard in modulazione di frequenza, non codificato, è un segnale che viene trasmesso utilizzando come portante una determinata frequenza. Cioè una frequenza di base viene modulata (moltiplicata) dal segnale che si vuole trasmettere. La persona che riceve il segnale dovrà semplicemente demodulare il segnale in arrivo, per riottenere il segnale di partenza. E' quello che si fa quando si cercano le stazioni con la radio o il televisore: il sintonizzatore scorre le frequenze disponibili, operando istante per istante una demodulazione del segnale, quando si arriva ad una frequenza che "contiene" un segnale, si vede e/o si sente il segnale originale.

Questa tecnica ha due problemi: intanto è una trasmissione "in chiaro" cioè non è per nulla segreta, anche se non si conosce la frequenza di base basta variare le frequenze disponibili fino ad arrivare a quella giusta. In secondo luogo il ricevitore dovrà rivelare una banda di frequenza intorno a quella di base – non è possibile per questioni di principio avere una banda infinitamente stretta – quindi in ogni caso il segnale originale sarà sovrapposto ad una serie di segnali spuri (rumore) che possono mascherarlo; inoltre spesso il segnale arriva avendo percorso cammini differenti con diverse riflessioni, in questo caso il segnale è lo stesso, ma arriva più volte appena dopo quello originale, mischiandosi in modo casuale con il resto. La FHSS inventata da Hedy Lamarr risolve entrambi questi problemi.

Questo è lo schema di funzionamento [2]. Si supponga di avere inizialmente un segnale che modula una frequenza di partenza – il caso classico trattato precedentemente – presente in una certa banda. Facciamo il caso di una trasmissione in Wi-Fi, uno dei tanti standard IEEE 802.11. La banda di frequenza di partenza viene scomposta "allargandola" in una banda di frequenze molto più larga che è divisa in un certo numero di canali, vedi fig.3 (79 in uno dei primi standard Wi-Fi, 88 nella proposta originaria di Hedy Lamarr).

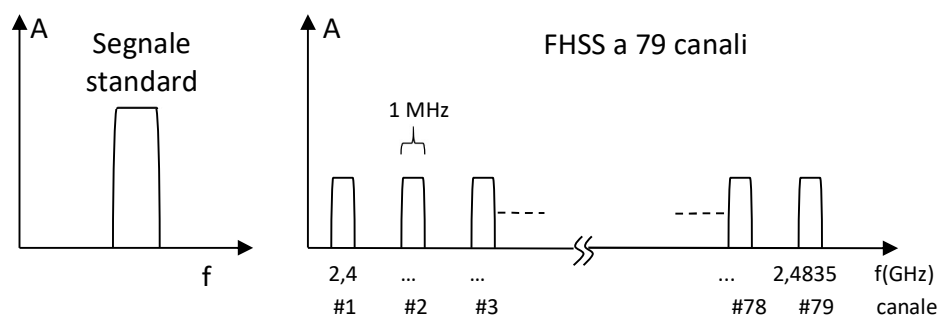


Fig. 2. Schema della suddivisione in più canali di un segnale inizialmente presente in un solo canale. La codifica viene fatta utilizzando una sequenza casuale dei canali utilizzati [p.e. #2, #45, #13, #78, #6.....], che deve essere nota a chi deve ricevere il segnale per poterlo decodificare.

Il segnale viene quindi suddiviso in tutti questi canali, modulando successivamente il segnale su di un canale e poi saltando ad un altro canale, per un periodo di tempo molto breve (pochi microsecondi) e con un ordine dei canali (quindi delle frequenze utilizzate per la portante) che è una sequenza casuale decisa da chi invia il segnale (la chiave per decifrarlo). Chi riceve il segnale dovrà conoscere la sequenza esatta delle frequenze (dei canali) per demodulare il segnale. C'è da notare che anche volendo trovare le frequenze di ogni singolo canale, non conoscendole, si avrebbero grossi problemi. Ogni canale viene trasmesso per un tempo molto breve, è quindi molto difficile individuare per ogni canale la nuova frequenza se la durata del segnale è inferiore all'incirca all'inverso della larghezza dei canali (se ho un segnale di durata dt , ho un'incertezza df circa uguale a $1/dt$ sulla frequenza).

Questa tecnica risolve anche il problema dei segnali spuri riflessi che arrivavano al ricevitore: dato che ogni segnale è molto breve, l'eventuale segnale spurio riflesso alla stessa frequenza arriva quando si è già passati al canale successivo, che si trova ad una frequenza differente, che non influisce sulla rivelazione. Quindi alla fine il segnale viene trasmesso codificandolo tramite la sequenza di canali, sequenza che rappresenta la "chiave" che deve possedere chi lo riceve per decodificarlo. C'è da dire che oggi lo standard Wi-Fi è più complicato, la banda 2,402-2,483 GHz viene suddivisa in 14 sottocanali parzialmente sovrapposti tra loro, ognuno costituito da 52 sottoportanti. Ma questo va oltre gli scopi di questo breve articolo.

Il progetto originale, a nome di Lamarr/Antheil, fu depositato al National Inventors Council di Washington, e brevettato il giorno 11 agosto 1942: Patent Number US002292387, vedi fig.2 e fig.3 per la prima pagina del brevetto e la prima pagina delle figure esplicative.

UNITED STATES PATENT OFFICE

2,292,387

SECRET COMMUNICATION SYSTEM

Hedy Kiesler Markey, Los Angeles, and George Antheil, Manhattan Beach, Calif.

Application June 10, 1941, Serial No. 397,412

6 Claims. (Cl. 250-2)

This invention relates broadly to secret communication systems involving the use of carrier waves of different frequencies, and is especially useful in the remote control of dirigible craft, such as torpedoes.

An object of the invention is to provide a method of secret communication which is relatively simple and reliable in operation, but at the same time is difficult to discover or decipher.

Briefly, our system as adapted for radio control of a remote craft, employs a pair of synchronous records, one at the transmitting station and one at the receiving station, which change the tuning of the transmitting and receiving apparatus from time to time, so that without knowledge of the records an enemy would be unable to determine at what frequency a controlling impulse would be sent. Furthermore, we contemplate employing records of the type used for many years in player pianos, and which consist of long rolls of paper having perforations variously positioned in a plurality of longitudinal rows along the records. In a conventional player piano record there may be 88 rows of perforations, and in our system such a record would permit the use of 88 different carrier frequencies, from one to another of which both the transmitting and receiving station would be changed at intervals. Furthermore, records of the type described can be made of substantial length and may be driven slow or fast. This makes it possible for a pair of records, one at the transmitting station and one at the receiving station, to run for a length of time ample for the remote control of a device such as a torpedo.

The two records may be synchronized by driv-

Fig. 2 is a schematic diagram of the apparatus at a receiving station;

Fig. 3 is a schematic diagram illustrating a starting circuit for starting the motors at the transmitting and receiving stations simultaneously;

Fig. 4 is a plan view of a section of a record strip that may be employed;

Fig. 5 is a detail cross section through a record-responsive switching mechanism employed in the invention;

Fig. 6 is a sectional view at right angles to the view of Fig. 5 and taken substantially in the plane VI—VI of Fig. 5, but showing the record strip in a different longitudinal position; and

Fig. 7 is a diagram in plan illustrating how the course of a torpedo may be changed in accordance with the invention.

Referring first to Fig. 7, there is disclosed a mother ship 10 which at the beginning of operations occupies the position 10a and at the end of the operations occupies the position 10b. This mother ship discharges a torpedo 11 that travels successively along different paths 12, 13, 14, 15 and 16 to strike an enemy ship 17, which initially occupies the position 17a but which has moved into the position 17b at the time it is struck by the torpedo 11. According to its original course, the enemy ship 17 would have reached the position 17c, but it changed its course following the firing of the torpedo, in an attempt to evade the torpedo.

In accordance with the present invention, the torpedo 11 can be steered from the mother ship 10a and its course changed from time to time as necessary to cause it to strike its target. In

Fig. 3 Il brevetto USA n. US002292387 rilasciato a Hedy Kiesler Markey e George Antheil sottomesso il 10 giugno 1941 e rilasciato l'11 agosto 1942 [3] con il titolo "SECRET COMMUNICATION SERVICE" per quella tecnica che poi venne chiamata "Frequency Hopping Spread Spectrum" (FHSS).

Aug. 11, 1942.

H. K. MARKEY ET AL
SECRET COMMUNICATION SYSTEM

2,292,387

Filed June 10, 1941

2 Sheets-Sheet 1

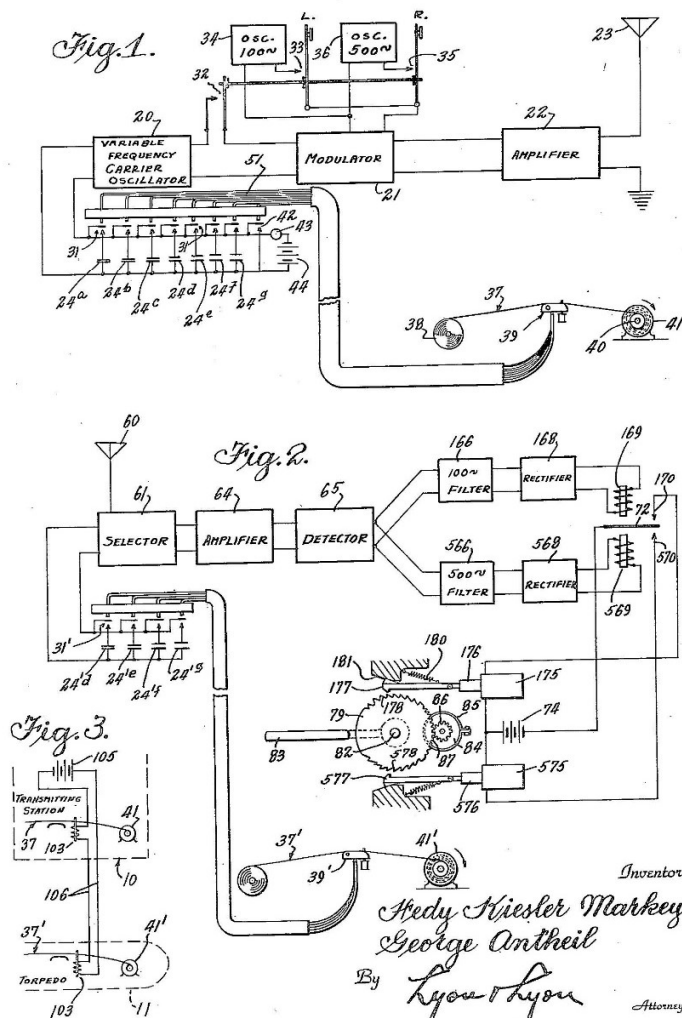


Fig.4 I disegni originali del brevetto 2,292,387 dell'11 agosto 1942. La parte meccanica prevedeva l'utilizzo di un nastro perforato analogo a quello utilizzato per i pianoforti meccanici.

Il numero di canali proposti inizialmente era 88, il numero dei tasti del pianoforte! Questo perché si proponeva di effettuare la codifica con i nastri perforati utilizzati per i pianoforti, che avevano appunto 88 righe su cui scrivere, ognuna corrispondente alla frequenza di

uno dei tasti del pianoforte. Ma i militari non apprezzarono, tre anni dopo risolsero i loro problemi in maniera molto più sbrigativa (Hiroshima, 11 agosto 1945); d'altronde la tecnologia dell'elettronica era ancora agli inizi, le valvole termoioniche erano lente, insomma il progetto fu bocciato dalla Marina degli Stati Uniti e messo in un cassetto. L'idea fu però ripresa, nel 1962 fu utilizzata dalla marina americana durante il blocco di Cuba per effettuare le comunicazioni cifrate fra le navi della Marina. E qualche anno dopo, molti anni dopo, qualcuno che stava cercando di sviluppare le tecniche più efficienti per trasmettere segnali sicuri, con cellulari, reti Wi-Fi e simili, si ricordò di quel brevetto, ed ora se state leggendo questo pezzo tramite un cellulare sapete che state utilizzando il sistema inventato dal mancato ingegnere Hedwig Eva Maria Kiesler, morta il 19 gennaio del 2000 che diceva di sé stessa: «Non è difficile diventare una grande ammalatrice: basta restare immobile e recitare la parte dell'oca ».

Referenze:

[1] Edoardo Pittalis, Roberto Pugliese (a cura di), *la Mostra del cinema di Venezia 1932-1996*. p.26. Venezia (1996).

[2] Per una sintesi delle moderne tecniche di modulazione e quindi di FHSS vedi:
http://mwl.diet.uniroma1.it/IACEm/13_modul.pdf

[3] United States Patent and Trademark Office: Patent #:US002292387. On line at patft.uspto.gov.

